



(11)

EP 3 623 077 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
18.03.2020 Patentblatt 2020/12

(51) Int Cl.:
B22D 11/16 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: 19195564.0

(22) Anmeldetag: 05.09.2019

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(30) Priorität: 13.09.2018 DE 102018215566

(71) Anmelder: **SMS Group GmbH**
40237 Düsseldorf (DE)

(72) Erfinder:

- **Weyer, Axel**
42349 Wuppertal (DE)
- **Schaps, Lothar**
52525 Heinsberg (DE)

(74) Vertreter: **Klüppel, Walter**
Hemmerich & Kollegen
Patentanwälte
Hammerstraße 2
57072 Siegen (DE)

(54) **VERFAHREN UND COMPUTERPROGRAMMPRODUKT ZUM BETREIBEN EINER OSZILLATIONSVORRICHTUNG SOWIE DIE ENTSPRECHENDE OSZILLATIONSVORRICHTUNG**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und ein Computerprogrammprodukt zum Betreiben einer Oszillationsvorrichtung für eine Stranggießkokille innerhalb einer Stranggießanlage zum Erzeugen eines Gießstrangs. Die Oszillationsvorrichtung 100 dient zum Oszillieren der Stranggießkokille mit einem Hubverlauf über mindestens einer Periode, um Reibung zwischen dem frisch gegossenen Gießstrang und der inneren Kokillenwand zu reduzieren. Um individuelle Oszillation-Geschwindigkeitsverläufe für einzelne Anwendungsfälle bzw. Gießaufträge vorgeben und mit der Oszillationsvorrichtung umsetzen zu können, sieht das erfindungsge-

mäße Verfahren vor, bei der Ermittlung des Hubverlaufes für die Oszillation die Flächeninhalte der von einem vorgegebenen Geschwindigkeitsverlauf für die Oszillation und der x-Achse innerhalb einer Periode eingeschlossenen positiven und negativen Teilflächen oberhalb und unterhalb der x-Achse zu berechnen und zu prüfen, ob diese Flächeninhalte gleich groß sind. Falls dies nicht der Fall ist, wird der vorgegebene Geschwindigkeitsverlauf entsprechend verändert bzw. angepasst. Der Hubverlauf für die Oszillation wird dann durch Integration des Geschwindigkeitsverlaufes mit den gleich großen Teilflächen ermittelt.

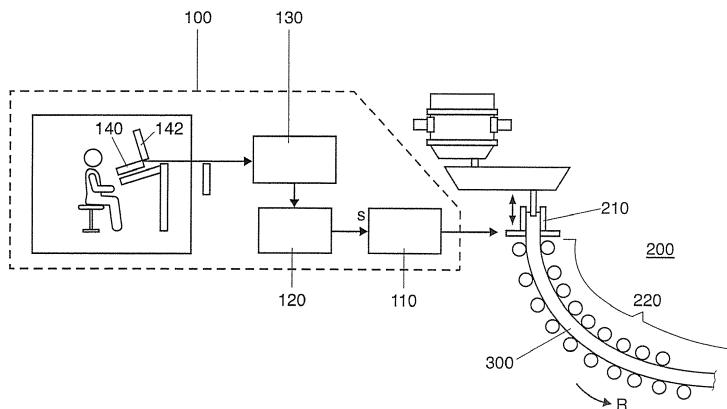


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und ein Computerprogrammprodukt zum Betreiben einer Oszillationsvorrichtung für eine Stranggießkokille innerhalb einer Stranggießanlage zum Erzeugen eines Gießstrangs. Die Erfindung kann Anwendung finden bei Block-, Knüppel-, BBL-, Brammen- und Dünnbrammenstranggießanlagen. Derartige Stranggießanlagen können als Senkrechtabbiege-, Bogen- oder Vertikalbrammenanlagen ausgebildet sein.

[0002] Darüber hinaus betrifft die Erfindung eine Oszillationsvorrichtung, welche gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren betrieben wird. Bekannte Oszillationseinrichtungen verwenden typischerweise hydraulische oder elektromechanische Antriebe bzw. Anstellelemente zum Oszillieren der Kokille.

10 Stand der Technik:

[0003] Um der Reibung der Strangschale an den Kokillenplatten entgegen zu wirken, arbeiten die Stranggießanlagen mit oszillierenden Kokillen. Die hochwertige Produktion von Gießprodukten erfordert hierbei einen definierten Geschwindigkeitsverlauf der Kokillenoszillation in Abhängigkeit bestimmter Gießparameter.

15 Das Zuordnungskriterium/Auswahlkriterium (der Oszillationskurvenverläufe) ist vorzugsweise die zu vergießende Stahlqualität (Stahlanalyse der Schmelze die vergossen werden soll) und die Gießgeschwindigkeit.

[0004] Der gewählte Oszillationskurvenverlauf (Geschwindigkeitsverlauf) wird dann für die Produktion einer Stahlqualität gemeinsam mit dem variablen Produktionsparameter "Gießgeschwindigkeit" verwendet. Eine dynamische Anpassung der Hubhöhe und Hubfrequenz erfolgt dann in der Abhängigkeit zur Gießgeschwindigkeit.

20 **[0005]** Somit ist u.a. auch eine gezielte Einstellung eines "Negativ Strip Wertes" möglich.

[0006] Negativ Strip ist der Zeitbereich in der die Kokille in der Geschwindigkeit (bei der Bewegungsrichtung der Oszillation in Produktionsrichtung des erzeugten Stranges, also mit der Richtung der Gießgeschwindigkeit) die eingestellte Gießgeschwindigkeit überschreitet.

25 **[0007]** Der Negativ Strip wird meist in Prozent einer gesamten Oszillationsperiode angegeben. Der Oszillationskurvenverlauf der Oszillationsgeschwindigkeit ist dabei die Basis und Grundlage für die genannten weiteren Abhängigkeiten und Einstellungen.

[0008] Der verfahrenstechnische Hintergrund für den Verlauf der Oszillationsbewegung ist eine gezielte Reduzierung der Reibung zwischen der Strangschale an den Kupferplatten der Kokille während der Oszillationsbewegung. Die Oszillationsbewegung begünstigt hierbei die Speisung des Spalts zwischen Strang und Kokillenplatten mit Gießpulver, Gießgranulat oder flüssigen Schmiermitteln (z. B. Öl). Die Eigenschaften (u.a. die Viskosität und das Aufschmelzverhalten) des verwendeten Schmiermittels (z. B. Gießpulver) kann daher auch ein ergänzendes Auswahlkriterium für die Wahl der Oszillationskurve und deren Parameter darstellen.

30 **[0009]** Die Hubamplituden der Kokille liegen beispielhaft in einem im typischen Bereich um ± 3 mm (bei Gießgeschwindigkeiten um 1 m/min). Bei einem sinusförmiger periodischen Verlauf der Oszillationskurve wird dabei eine Kokillenhubfrequenz im Bereich bis zu ca. 70 Hüben je Minute je m/min Gießgeschwindigkeit eingestellt.

35 **[0010]** Aus der WO-2016/162141 A1 ist z.B. Folgendes bekannt: Flüssiges Metall wird in eine Stranggießkokille der Stranggießanlage gegossen. Das flüssige Metall erstarrt an den Seitenwänden der Stranggießkokille zu einer Strangschale. Die Strangschale wird mittels einer Abzugseinrichtung der Stranggießanlage mit oder ohne noch flüssigen Kern 40 in einer Gießrichtung mit einer Gießgeschwindigkeit aus der Stranggießkokille abgezogen. Die Stranggießkokille wird mittels einer Oszillationseinrichtung der Stranggießanlage in der Gießrichtung periodisch bewegt. Die Oszillationseinrichtung wird von einer Steuereinrichtung der Stranggießanlage gesteuert. Die Bewegung der Stranggießkokille ist in einem ersten Zeitabschnitt der Periode eine harmonische Schwingung, der ein Geschwindigkeitsoffset überlagert ist. In einem zweiten Zeitabschnitt der Periode erfolgt die Bewegung mit konstanter Geschwindigkeit. Als harmonisch wird 45 eine Schwingung bezeichnet, deren Verlauf durch eine Sinusfunktion beschrieben werden kann.

50 **[0011]** Aus der DE-19742794-A1 ist eine weitere Lösung für die Oszillationsbewegung bekannt. Im Vergleich zu einer einfachen sinusförmigen oder nicht-sinusförmigen Schwingung mit vergleichbarer Frequenz und Amplitude können der Wärmeübergang in der Kokille und damit die Schalenbildung gesteuert und damit die Qualität des Gußproduktes gezielt verbessert werden. Dazu wird vorgeschlagen, dass bei beliebig vorgegebener Strangabzugsgeschwindigkeit die Null-Linie der Kokillenschwingungen relativ zur Lage des Badspiegels während des Gießvorganges nach oben und/oder nach unten bewegt (durch eine zweite überlagerte Schwingung) wird.

55 **[0012]** In der DE-19854329-A1 wird zusätzlich ein Verfahren zum Oszillieren einer Stranggießkokille mittels variabler Oszillationsparameter beschrieben. Die dort beschriebene Erfindung betrifft ein Verfahren zum Oszillieren einer Stranggießkokille mittels vertikal reziproker Bewegungen in Gießrichtung bzw. in Gegenrichtung, wobei Hub und Frequenz der Oszillation nach Maßgabe der Gießgeschwindigkeit einstellbare Parameter sind und bei voreilender Geschwindigkeit der Kokille relativ zum Strang, dem sog. Negativstrip, flüssiges und/oder festes Gießmedium in den Spalt zwischen Kokille und Strang eingezogen wird.

[0013] Die vorbekannten Lösungen weisen folgende Nachteile auf:

Die bisher im Stand der Technik beschriebenen Oszillationskurven (Geschwindigkeitsverläufe) sind oft sinusförmig, besitzen einen sinuinen Charakter, haben einen sinusförmigen Anteil oder sind aufwendig zusammengesetzte Kurvenverläufe über einem zeitlichen Verlauf der Oszillationsbewegung.

[0014] Die Generierung eines Oszillationskurvengeschwindigkeitsverlaufes ist mit hohem Aufwand verbunden. Durch spezifisch erstellten Maschinencode können die Geschwindigkeitsverläufe nur eingeschränkt erzeugt werden. Eine Übertragung der Verläufe über Datenträger (von Erstellungssystem zur Steuerung) ist umständlich bzw. zeitintensiv.

[0015] Da auch sinusförmige Kurvenverläufe die Freiheitsgrade einer Kurvengenerierung einschränken, ist den verfahrenstechnischen Vorgaben mit den bisher im Stand der Technik bekannten Möglichkeiten eine Grenze gesetzt.

[0016] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein bekanntes Verfahren und Computerprogrammprodukt zum Betreiben einer Oszillationsvorrichtung für eine Stranggießkokille sowie eine bekannte entsprechende Oszillationsvorrichtung dahingehend weiterzubilden, dass individuelle Oszillations-Geschwindigkeitsverläufe für einen konkreten Anwendungsfall bzw. Gießauftrag vorgegeben und in der Oszillationsvorrichtung umgesetzt werden zu können.

[0017] Diese Aufgabe wird verfahrenstechnisch durch das in Patentanspruch 1 beanspruchte Verfahren gelöst. Dieses ist dadurch gekennzeichnet, dass der Hubverlauf, mit welchem die Stranggießkokille oszilliert wird, wie folgt ermittelt wird:

- Vorgeben eines beliebigen Geschwindigkeitsverlaufs für die Oszillation über der Periode;
- Berechnen der Flächeneinhalte der von dem Geschwindigkeitsverlauf und der x-Achse innerhalb der Periode eingeschlossenen positiven und negativen Teilflächen oberhalb und unterhalb der x-Achse;
- Prüfen, ob die Flächeneinhalte der positiven und negativen Teilflächen gleich groß sind; und
- falls ja: Ermitteln des Hubverlaufs für die Stranggießkokille durch Integrieren des Geschwindigkeitsverlaufs mit den gleich großen Teilflächen oberhalb und unterhalb der x-Achse über der Periode.

[0018] Das beanspruchte Verfahren bietet den Vorteil, dass beliebige, d. h. frei vorgebbare und frei parametrierbare Geschwindigkeitsverläufe für die Oszillation der Stranggießkokille vorgegeben werden können, wie dies von der Verfahrenstechnik bzw. Metallurgie zunehmend gefordert wird. Diese beanspruchte Vorgabe von beliebigen Geschwindigkeitsverläufen, angepasst für eine konkrete Gießaufgabe bietet folgende Möglichkeiten:

- den Schmiermitteleinzug zwischen Innenwand der Kokille und sich bildender Schale des Gießstrangs in der Kokille zu verbessern bzw. dort die Reibung zu reduzieren;
- die Oberflächenqualität eines Gießstrangs durch die Beeinflussung der Oszillationsmarken (dies sind die Abdrücke die durch die Oszillationsbewegung auf der Strangoberfläche entstehen) in ihrer Ausprägung (Tiefe und Verlauf) zu optimieren bzw. zu verbessern; und
- den Oszillationsgeschwindigkeitsverlauf so zu gestalten, dass eine Anregung von möglichen unerwünschten Resonanzen (insbesondere die Vermeidung von Sinusschwingungen als Anregungsschwingung) bei Einrichtungen in unmittelbarer Nähe der Oszillation (z.B. Kokille, Gießbühne, Strangführung, Segmente) vermieden wird.

[0019] Der Begriff "x-Achse" meint im Sinne der Erfindung typischerweise eine Zeit- oder Winkel-Achse, d. h. der Geschwindigkeitsverlauf V für die Oszillation wird für die vorliegende Erfindung vorzugsweise in Form eines $V(t)$ - oder $V(\alpha)$ -Verlaufs angegeben. Gleichermassen wird der Hubverlauf ebenfalls vorzugsweise über der Zeit oder über dem Winkel, weiter vorzugsweise innerhalb einer Periode angegeben. Eine Umrechnung der Abszisse von einer zeitlichen Dimension in eine Winkeldimension, und umgekehrt, ist jederzeit möglich. Das bedeutet, ein Periodendurchlauf einer Oszillationsbewegung entspricht 360° in der Winkeldarstellung und - analog dazu - einer Periodenzeit T in der Zeitdarstellung.

[0020] Der beanspruchte Prüfschritt, in welchem geprüft wird, ob die Flächeneinhalt der positiven und negativen Teilflächen des vorgegebenen Geschwindigkeitsverlaufes gleich groß sind, ist deswegen erforderlich, weil nur wenn diese Bedingung erfüllt ist, gewährleistet ist, dass die Kokille durch die Oszillation nicht sukzessive höhenversetzt wird. Umgekehrt hätte dies den Nachteil, dass wenn die Teilflächen unterschiedlich groß sind, dass dann die Kokille durch die Oszillation sukzessive höhenversetzt würde, was nicht gewollt ist.

[0021] Der Anspruch 1 betrifft zunächst den Fall, dass der vorgegebene Geschwindigkeitsverlauf von vorneherein in einer solchen Form vorgegeben wird, dass seine Teilflächen oberhalb und unterhalb x-Achse tatsächlich den gleichen Flächeneinhalt haben.

[0022] Gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel wird der Fall behandelt, dass bei dem beliebig vorgegebenen Geschwindigkeitsverlauf für die Oszillation die Teilflächen oberhalb der x-Achse tatsächlich nicht gleich sind. In diesem Fall ist eine Korrektur des Geschwindigkeits-Verlaufes erforderlich, wie sie in dem Anspruch 1 beansprucht wird, um die Gleichheit der Teilflächen herzustellen, und um das besagte unerwünschte Höhenversetzen der Kokille durch die Oszillation zu verhindern.

[0023] Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung kann der Geschwindigkeitsverlauf in Form eines kontinuierlichen Kurvenverlaufs oder in Form von mindestens drei Stützpunkten über einer Periode vorgegeben werden.

In letzterem Fall wird der entsprechend vorgegebene Geschwindigkeitsverlauf dann vorzugsweise durch Interpolation, beispielsweise durch lineare Interpolation ermittelt.

[0024] Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung ist es vorteilhaft, wenn der durch Integration ermittelte Hubverlauf für die Kokille auf eine maximal gewünschte Oszillationsamplitude, beispielsweise angegeben in der Einheit mm umgerechnet, und/oder eine gewünschte Hubfrequenz, d. h. normiert wird.

[0025] Vorzugsweise enthält der vorgegebene Geschwindigkeitsverlauf für die Oszillation auch einen Bereich bzw. ein Zeitintervall, in welchem die Oszillationsgeschwindigkeit in Gießrichtung größer ist als die Gießgeschwindigkeit. Dieser Bereich ist dann der Bereich des "negativen Strips", wie er oben im Stand der Technik mit zugehörigen Vorteilen beschrieben ist.

[0026] Der vorgegebene Geschwindigkeitsverlauf kann auch insofern beliebig sein, als dass er nicht nur einen, sondern eine Mehrzahl von Nulldurchgängen, nicht nur ein absolutes, sondern auch zusätzlich noch zumindest ein lokales Maximum und/oder nicht nur ein absolutes Minimum, sondern darüber hinaus auch noch beispielsweise mindestens ein lokales Minimum aufweist.

[0027] Die oben genannte Aufgabe wird weiterhin durch ein Computerprogrammprodukt gemäß Anspruch 8 sowie eine Oszillationsvorrichtung gemäß Anspruch 9 gelöst. Die Vorteile dieser beiden Lösungen entsprechen den oben mit Bezug auf das beanspruchte Verfahren genannten Vorteilen.

[0028] Die beanspruchte Oszillationsvorrichtung weist vorzugsweise eine Eingabeeinrichtung auf zum manuellen Vorgeben des beliebigen Geschwindigkeitsverlaufes in Form von mindestens drei Stützpunkten über einer Periode. Zu diesem Zweck besitzt die Eingabevorrichtung vorzugsweise eine Anzeigevorrichtung, welche die Möglichkeit bietet, den Geschwindigkeitsverlauf bzw. die den Geschwindigkeitsverlauf repräsentierenden Stützpunkte grafisch vorgeben zu können und auch eine Interpolation der Stützpunkte zu dem Geschwindigkeitsverlauf für eine Bedienperson grafisch darzustellen. Neben dem vorgegebenen Geschwindigkeitsverlauf zeigt die Anzeigevorrichtung vorzugsweise weiterhin auch den zum Ausgleich der positiven und negativen Teilflächen verschobenen Geschwindigkeitsverlauf und/oder den letztendlich berechneten Hubverlauf zumindest während einer Periode für die Bedienperson an. Alternativ oder zusätzlich zu der manuellen Eingabemöglichkeit kann die Oszillationsvorrichtung auch über eine Datenschnittstelle verfügen zur Vorgabe des Geschwindigkeitsverlaufs z. B. per Speicherstick oder Netzwerkschnittstelle.

[0029] Der Beschreibung sind insgesamt 5 Figuren beigefügt, wobei

Figur 1 die erfindungsgemäße Oszillationseinrichtung;

Figuren 2a und 2b das erfindungsgemäße Verfahren zum Betreiben der Oszillationsvorrichtung;

Figur 3 die Vorgabe des Geschwindigkeitsverlaufes in Form von Stützpunkten;

Figur 4 mögliche verschiedenartige vorgebbare Geschwindigkeitsverläufe pro Periode; und

Figur 5 die Interpolation des Geschwindigkeitsverlaufs und den "Negativ Strip"

veranschaulicht.

[0030] Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die genannten Figuren in Form von Ausführungsbeispielen detailliert beschrieben. In allen Figuren sind gleiche technische Elemente mit gleichen Bezugssymbolen bezeichnet.

[0031] Figur 1 zeigt die erfindungsgemäße Oszillationsvorrichtung 100. Diese Oszillationsvorrichtung 100 dient zum Oszillieren einer Stranggießkokille 210 einer Stranggießanlage 200. Neben der Stranggießkokille 210 umfasst die Stranggießanlage 200 im Wesentlichen noch eine der Stranggießkokille 210 in Gießrichtung R nachgelagerte Strangführungsseinrichtung 220.

[0032] Die Kokille 210 wird insbesondere während eines Gießvorgangs zum Erzeugen des Gießstrangs 300 mit Hilfe der Oszillationseinrichtung 100 in Oszillation, d. h. in Schwingungen in und entgegen der Gießrichtung R versetzt. Diese Oszillationsrichtung ist in Figur 1 mit dem vertikalen Doppelpfeil neben der Kokille 210 veranschaulicht. Im Gießbetrieb wird die Kokille 210 mit einer Metallschmelze gefüllt. Innerhalb der Kokille 210 erstarrt die Schmelze an den gekühlten Wänden der Kokille und es bildet sich ein Gießstrang 300 mit zunächst noch flüssigem Kern aus. Dieser Gießstrang wird aus der Kokille nach unten herausgezogen und mit Hilfe der Strangführungseinrichtung 220 aus der Vertikalen in die Horizontale umgelenkt. Die Oszillation der Kokille dient zum Reduzieren der Reibung zwischen dem Gießstrang und den Wänden der Kokille.

[0033] Die Oszillationsvorrichtung umfasst mindestens ein, typischerweise 2 Anstellelemente, beispielsweise in Form von Hydraulikzylindern oder elektromechanischen Hubelementen zum Oszillieren der Stranggießkokille. Diese Anstellelemente 110 werden mit Hilfe einer Steuereinrichtung 120 über ein Stellsignal S derart angesteuert, dass sich ein durch das Stellsignal repräsentierter Hubverlauf für die Oszillation der Kokille 210 einstellt.

[0034] Dieser Hubverlauf wird erfindungsgemäß im Vorfeld der Oszillation aus einem beliebig bzw. frei vorgegebenen

(Oszillations-)Geschwindigkeitsverlauf für die Oszillation von einer Berechnungseinrichtung 130 berechnet.

[0035] Für diese Ermittlung bzw. Berechnung des Hubverlaufes sieht das erfindungsgemäße Verfahren die in den Figuren 2a und 2b dargestellte Schrittabfolge vor.

5 Verfahrensschritt 1:

[0036] Zu Beginn des erfindungsgemäßen Verfahrens wird zunächst ein gewünschter Geschwindigkeitsverlauf für die Oszillation der Kokille vorgegeben, sei es als kontinuierlicher Kurvenzug oder in Form von zumindest drei Stützpunkten pro Periode. Die Betrachtung einer Periode ist ausreichend, weil die Oszillation, wie der Name schon impliziert, periodisch erfolgt.

[0037] Die Vorgabe der Stützpunkte kann in tabellarischer Form erfolgen, wie dies in der Tabelle in Figur 2a neben Schritt 1 veranschaulicht ist.

15 Verfahrensschritt 2:

[0038] Dieser Verfahrensschritt sieht vor, dass im Falle einer Vorgabe des Geschwindigkeitsverlaufes zunächst nur in Form von Stützpunkten, diese Stützpunkte zu einem durchgehenden Kurvenzug interpoliert werden. Diese Interpolation kann beispielsweise linear erfolgen, wie dies in Figur 2a in der graphischen Darstellung neben dem Verfahrensschritt 2 veranschaulicht ist.

[0039] Über die variabel setzbaren Stützpunkte von gewünschten Oszillationsgeschwindigkeiten und den jeweils zugehörigen Winkeln kann nun ein Grundkurvenprofil einer Oszillationsperiode frei z.B. in Tabellenform eingegeben werden. Alternativ ist eine grafische Eingabe möglich. Die Stützpunkte werden (programmtechnisch automatisch) dann über eine lineare Punktverbindung miteinander verbunden, d. h. interpoliert.

[0040] Die Verbindung zwischen zwei Geschwindigkeitspunkten, jeweils bestehend aus den Koordinaten Geschwindigkeit und Winkel bzw. Zeit ergeben dann eine lineare Funktion (im Koordinatensystem) für einen Teilabschnitt zwischen zwei Winkeln (oder Stützpunkten) des Geschwindigkeitsverlaufes der Oszillation.

[0041] Eine lineare Funktion wird in der Mathematik in diesem Fall als lineare Normalfunktion bezeichnet entspricht daher folgendem Formelgrundsatz:

$$30 \quad f(x) = mx + n$$

$f(x)$ = Funktionsverlauf in Abhängigkeit von x

m = Steigung der linearen Funktion

35 x = Variable

n = Konstante

entspricht

$$40 \quad f(\alpha) = (v_3 - v_2) / (\alpha_3 - \alpha_2) \alpha + V_{c1}$$

für die Beispielstützpunkte 2 und 3, siehe Figur 3. Für Figur 3 gilt folgende Legende:

45	V	= Oszillationsgeschwindigkeit
	t	= Zeit
	T	= Periodenzeit einer Schwingung, Oszillationsperiode
	T_1	= Oszillationskurvenanteil entgegen der Gießgeschwindigkeitsrichtung
	T_2	= Oszillationskurvenanteil in Gießgeschwindigkeitsrichtung
50	$1/2T$	= Halbe Periodenzeit
	A_1	= Flächenanteil (integrierter Weg, Aufwärtsbewegung)
	A_2	= Flächenanteil (integrierter Weg, Aufwärtsbewegung)
	(1)	= Stützpunkt (Geschwindigkeit und Zeit)
55	V_G	= Gießgeschwindigkeitsrichtung

[0042] Der Anfangs- und der Endpunkt (0 und 360 Grad) sind als feste erforderliche Winkeleingabe gesetzt. Der Wert der Oszillationsgeschwindigkeiten für alle gesetzten Winkelpunkte ist praxisbezogen beispielsweise in mm/s einzugeben.

Der Bediener kann hier einen relativen Bezug herstellen und somit seine Vorstellung über den Charakter bzw. das zu erstellende Profil der Oszillationskurve einfach herstellen.

[0043] Die einzelnen Stützpunkte werden nach der Eingabe in die Oszillationsvorrichtung automatisch miteinander verbunden. Der hierdurch entstandene gesamte Kurvenzug (Polygonzug) eines Geschwindigkeitsverlaufes besteht hiermit aus einer geschlossenen Zusammensetzung von linearen Teilfunktionen.

[0044] Selbstverständlich ist neben der linearen Interpolation auch jede andere Art der Interpolation zwischen den Stützpunkten von der vorliegenden Erfindung mit umfasst.

[0045] Diese besagte Interpolation der Stützpunkte und damit auch Schritt 2 ist entbehrlich, wenn der Geschwindigkeitsverlauf sofort in Form eines kontinuierlichen Geschwindigkeitsverlaufes vorgegeben wird.

[0046] Der vorgegebene Geschwindigkeitsverlauf bzw. der gemäß Verfahrensschritt 2 durch Interpolation ermittelte Geschwindigkeitsverlauf muss keineswegs sinusförmig sein, sondern kann auch die in Figur 4 lediglich beispielhaft gezeigten Verläufe annehmen. So zeigt die linke Abbildung in Figur 4 beispielsweise eine Oszillationskurve mit 2 0-Durchgängen innerhalb einer Oszillationsperiode. Die rechte Abbildung in Figur 4 zeigt dagegen eine Oszillationskurve mit einer Mehrzahl von hier beispielsweise drei, Minima pro Periode.

[0047] Die linke Abbildung in Figur 5 veranschaulicht nochmals die in Verfahrensschritt 2 durchgeführte lineare Interpolation zwischen zwei vorgegebenen Stützpunkten. Der Kurvenverlauf zwischen zwei Stützpunkten entspricht einer linearen Normalfunktion. Für Figur 5, linke Abbildung gilt:

$$f(x) = mx + n$$

entspricht

$$f(a) = (v_3 - v_2)/(a_3 - a_2) a + V_{c1}$$

[0048] Die rechte Abbildung in Figur 5 veranschaulicht ein Beispiel für einen aus der Interpolation resultierenden vorgegebenen Geschwindigkeitsverlauf über der Zeit, wobei - bei Auftragung der Gießgeschwindigkeit V_G in negativer Richtung erkennbar ist, dass dieser Geschwindigkeitsverlauf während eines Zeitintervalls T_n einen Betrag der Geschwindigkeit aufweist, der größer als die Gießgeschwindigkeit ist. Dieser Zeitbereich bzw. dieses Zeitintervall T_n repräsentiert die sogenannte "negative strip"-Zeit, wie sie mit ihren Vorteilen im einleitenden Teil der Beschreibung beschrieben ist. Für die in der rechten Abbildung von Figur 5 gezeigte generierte Oszillationskurve mit Darstellung des Negativ Strip Bereiches gilt folgende Legende:

$$T_n(\%) = T_n/T$$

T_n	= Negativ Strip Zeit
T	= gesamte Periodenzeit
V	= Oszillationsgeschwindigkeit
t	= Oszillationszeit
V_G	= Gießgeschwindigkeit
f	= Oszillationsfrequenz

Verfahrensschritt 3:

[0049] Gemäß Figur 2a sieht dieser Verfahrensschritt 3 vor, dass zunächst die Inhalte der Teilflächen A1, A2 oberhalb und unterhalb der x-Achse berechnet werden, die von dem in Verfahrensschritt 2 berechneten Geschwindigkeitsverlauf eingeschlossen bzw. umhüllt werden. Dies erfolgt mit einer erfindungsgemäßen Berechnungseinrichtung 130 innerhalb oder außerhalb der Oszillationsvorrichtung 100. Die so ermittelten positiven (oberhalb der x-Achse) und negativen (unterhalb der x-Achse) liegenden Teilflächen A1, A2 werden bezüglich ihrer Flächeninhalte miteinander verglichen. Eine automatische Prüfung innerhalb der Berechnungseinrichtung erzeugt bei einer festgestellten Nicht-Gleichheit der Flächen eine entsprechende Korrektur bzw. bietet der Bedienperson der Oszillationsvorrichtung eine Möglichkeit zur Korrektur an.

Verfahrensschritt 4:

[0050] Damit der gewünschte Kurvenverlauf bzw. der Charakter der eingegebenen Kurve erhalten bleibt, wird zur Angleichung der Flächeninhalte der Teilflächen eine Parallelverschiebung des vorgegebenen Geschwindigkeitsverlaufes entlang der Ordinate solange durchgeführt, bis die Flächeninhalt der Teilflächen oberhalb und unterhalb der Abszisse gleich sind; siehe Verfahrensschritt 4 in Figur 2b. Diese Angleichung der Flächeninhalte der Teilflächen im Geschwindigkeitsverlauf ist bei der vorliegenden Erfindung erforderlich, damit bei einer später erfolgenden Umrechnung des Geschwindigkeitsverlaufes in den Hubverlauf für die Oszillationsvorrichtung gleiche Amplituden bei Oszillation in und entgegen der Gießrichtung einstellbar sind. Wenn die positive und die negative Amplitude bei der Oszillation nicht gleich wären, hätte dies den Nachteil, dass die Kokille durch die der Oszillation sukzessive höhenversetzt würde, was nicht gewollt ist.

Verfahrensschritt 5:

[0051] Der zuvor ermittelte Geschwindigkeitsverlauf mit den gleichgroßen Teilflächen oberhalb und unterhalb der x-Achse pro Periode wird gemäß Verfahrensschritt 5 in einen Hubverlauf für die Oszillation aufintegriert. Bei der Integration kann es sich beispielsweise um eine nummerische Integration handeln. Der Hubverlauf kann auf diese Weise über einem Winkel oder über der Zeit als Oszillationsperiode berechnet werden.

Verfahrensschritt 6:

[0052] Nach der Integration des Geschwindigkeitsverlaufes erfolgt eine Normierung des Hubverlaufes insbesondere auf eine gewünschte maximale Hubamplitude, z. B. in Höhe von +/- 2mm und/oder eine gewünschte Hubfrequenz.

[0053] Der so ermittelte Hubverlauf kann vor Beginn oder während einer Oszillation im laufenden Gießbetrieb in die Oszillationsvorrichtung eingegeben und von der Oszillationsvorrichtung umgesetzt werden. Falls gewünscht, kann eine Umschaltung des vorherigen auf einen neuen Hubverlauf auch während einer laufenden Oszillation erfolgen.

Bezugszeichenliste

[0054]

100 Oszillationsvorrichtung
 110 Anstellelement
 120 Steuereinrichtung
 35 130 Berechnungseinrichtung
 140 Eingabevorrichtung
 142 Anzeigevorrichtung
 200 Stranggießanlage
 210 Oszillationseinrichtung mit Kokille
 40 220 Strangführung
 300 Gießstrang

R Gießrichtung
 S Stellsignal
 45 V_G Gießgeschwindigkeit

Patentansprüche

50 1. Verfahren zum Betreiben einer Oszillationsvorrichtung (100) für eine Stranggießkokille (210) zum Erzeugen eines Gießstrangs (300); vorzugsweise aus Metall, aufweisend folgende Schritte:

Oszillieren der Stranggießkokille (210) mit einem Hubverlauf über mindestens einer Periode;

dadurch gekennzeichnet,

55 dass der Hubverlauf wie folgt ermittelt wird:

- Vorgeben eines beliebigen periodischen Geschwindigkeitsverlaufs für die Oszillation über der Periode;
- Berechnen der Flächeneinhalte der von dem Geschwindigkeitsverlauf und der x-Achse innerhalb der

Periode eingeschlossenen positiven und negativen Teilflächen oberhalb und unterhalb der x-Achse;

- Prüfen, ob die Flächeninhalte der positiven und negativen Teilflächen gleich groß sind; und

- falls ja:

Ermitteln des Hubverlaufs für die Stranggießkokille durch Integrieren des Geschwindigkeitsverlaufs mit den gleich großen Teilflächen oberhalb und unterhalb der x-Achse über der Periode.

5 2. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

10 **dass** - falls bei dem Prüfen eine Abweichung zwischen der Größe der positiven und der negativen Teilfläche pro Periode festgestellt wird - vor dem Ermitteln des Hubverlaufs folgender Zwischenschritt ausgeführt wird:

- Verschieben des vorgegebenen Geschwindigkeitsverlaufes so, dass ein verschobener Geschwindigkeitsverlauf entsteht, bei welchem die von dem verschobenen Geschwindigkeitsverlauf und der x-Achse innerhalb der Periode eingeschlossenen positiven und negativen Teilflächen oberhalb und unterhalb der x-Achse jeweils 15 gleich groß werden; und

dass bei der Ermittlung des Hubverlaufs der verschobene Geschwindigkeitsverlauf als der Geschwindigkeitsverlauf mit den gleich großen Teilflächen verwendet wird.

20 3. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

25 **dass** der Geschwindigkeitsverlauf in Form eines kontinuierlichen Kurvenverlaufs oder in Form von mindestens drei Stützpunkten über der Periode vorgegeben wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3,

dadurch gekennzeichnet,

30 **dass** die Stützpunkte zu dem Geschwindigkeitsverlauf interpoliert werden.

5. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

35 **dass** der durch Integration ermittelte Hubverlauf auf eine maximal gewünschte Oszillations-Amplitude normiert wird.

6. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

40 **dass** der Geschwindigkeitsverlauf für die Oszillation derart vorgegeben wird, dass die Geschwindigkeit in Gießrichtung während eines Zeitintervalls größer als die Gießgeschwindigkeit ist.

7. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

45 **dass** der vorgegebene Geschwindigkeitsverlauf für die Oszillation eine Mehrzahl von Nulldurchgängen, zumindest ein lokales Maximum und/oder zumindest ein lokales Minimum aufweist.

8. Computerprogrammprodukt, welches direkt in den Speicher eines Computers geladen werden kann und Softwarecodeabschnitte aufweist, mit denen die Schritte gemäß einem der vorangegangenen Verfahrensansprüche ausgeführt werden, wenn das Computerprogrammprodukt auf einem Computer abläuft.

45 9. Oszillationsvorrichtung (100) für eine Stranggießkokille (210) zum Erzeugen eines Gießstrangs (300), mit

mindestens einem Anstellelement (110) zum Oszillieren der Stranggießkokille (210); und

50 einer Steuereinrichtung (120) zum Ansteuern des Anstellelementes (110) mit einem Stellsignal (S), welches einen Hubverlauf für das Oszillieren über einer Periode repräsentiert;

dadurch gekennzeichnet,

55 **dass** die Steuereinrichtung (120) ausgebildet ist, die Oszillationsvorrichtung (100) gemäß dem Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche 1-7 zu betreiben.

10. Oszillationsvorrichtung nach Anspruch 9,

gekennzeichnet durch

55 eine Berechnungseinrichtung (130), welche ausgebildet ist, den Hubverlauf wie folgt zu ermitteln:

- Berechnen der Flächeneinhalte der von dem Geschwindigkeitsverlauf und der x-Achse innerhalb der Periode

eingeschlossenen positiven und negativen Teilflächen oberhalb und unterhalb der x-Achse;
- Prüfen, ob die Flächeninhalte der positiven und negativen Teilflächen gleich groß sind; und
- falls ja: Ermitteln des Hubverlaufs für die Stranggießkokille **durch** Integrieren des Geschwindigkeitsverlaufs mit den gleich großen Teilflächen oberhalb und unterhalb der x-Achse über der Periode; und

5

wobei die Berechnungseinrichtung (130) weiterhin ausgebildet ist, den ermittelten Hubverlauf an die Steuereinrichtung zu übermitteln.

10

11. Oszillationsvorrichtung nach Anspruch 10,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Berechnungseinrichtung (130) weiterhin ausgebildet, vor der Ermittlung des Hubverlaufs folgenden Zwischen- schritt auszuführen, falls bei dem Prüfen eine Abweichung der positiven Teilflächeninhalte von den negativen Teilflächeninhalten festgestellt wird:

15

- Verschieben des vorgegebenen Geschwindigkeitsverlaufs für die Oszillation über der Periode so, dass ein verschobener Geschwindigkeitsverlauf entsteht, bei welchem die von dem verschobenen Geschwindigkeits- verlauf und der x-Achse innerhalb der Periode eingeschlossenen positiven und negativen Teilflächen oberhalb und unterhalb der x-Achse jeweils gleich groß werden; und

20

- Ermitteln des Hubverlaufs für die Stranggießkokille (210) durch Integrieren des verschobenen Geschwindig- keitsverlaufs als dem Geschwindigkeitsverlauf mit den gleich großen Teilflächen über der Periode.

25

12. Oszillationsvorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Berechnungseinrichtung (130) ausgebildet ist, den vorgegebenen Geschwindigkeitsverlauf zu interpolie- ren, wenn dieser nur in Form von mindestens drei Stützpunkten über der Periode vorgegeben ist.

30

13. Oszillationsvorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12,

gekennzeichnet durch

eine Eingabeeinrichtung (140) zum Vorgeben bzw. Eingeben des beliebigen Geschwindigkeitsverlaufs, in Form von mindestens drei Stützpunkten pro Periode.

35

14. Oszillationsvorrichtung nach Anspruch 11,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Eingabevorrichtung (140) eine Anzeigevorrichtung (142) zugeordnet ist zum graphischen Darstellen des vorgegebenen Geschwindigkeitsverlaufs, des verschobenen Geschwindigkeitsverlaufs und/oder des berechneten Hubverlaufs zumindest während einer Periode.

40

45

50

55

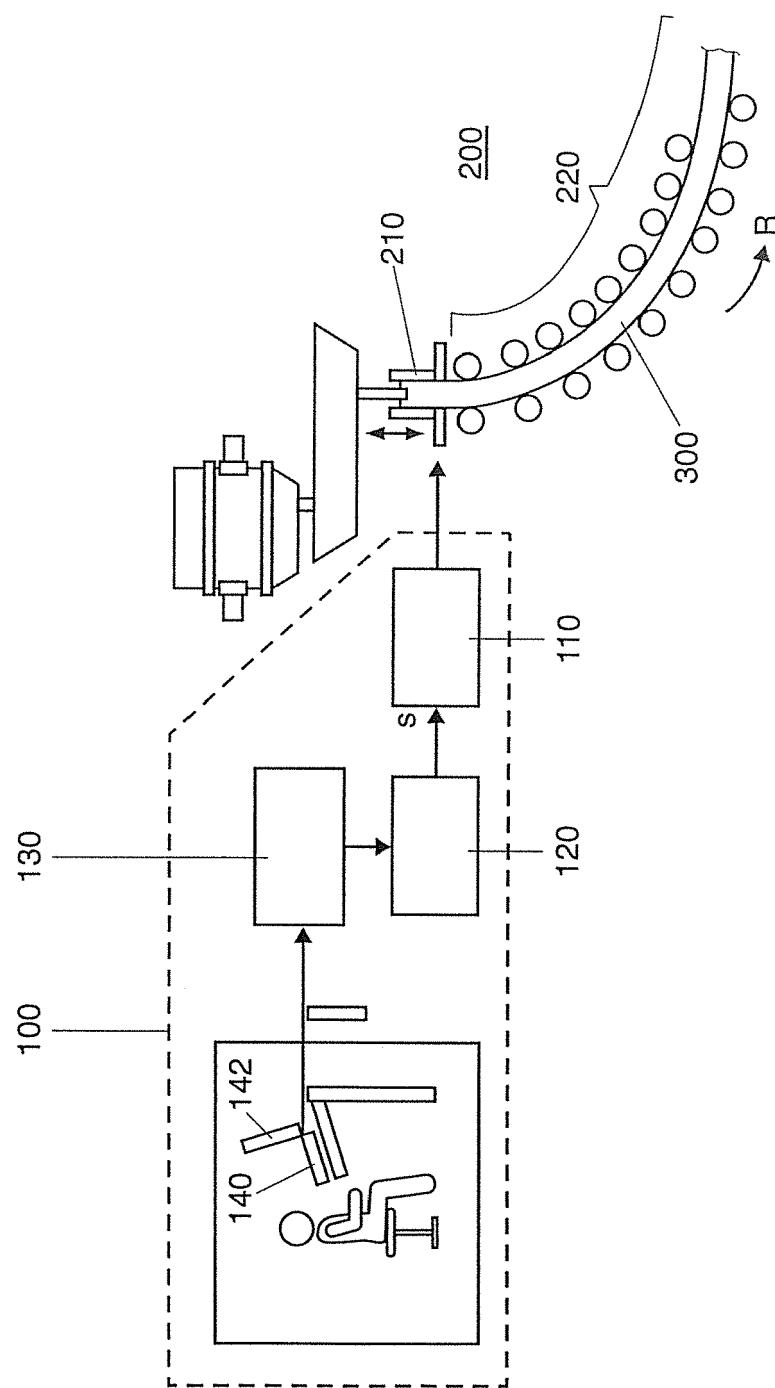


Fig. 1

Generierung eines Geschwindigkeitsverlaufs, beispielsweise in Form eines linearen Polygonzuges über eine Oszillationsperiode

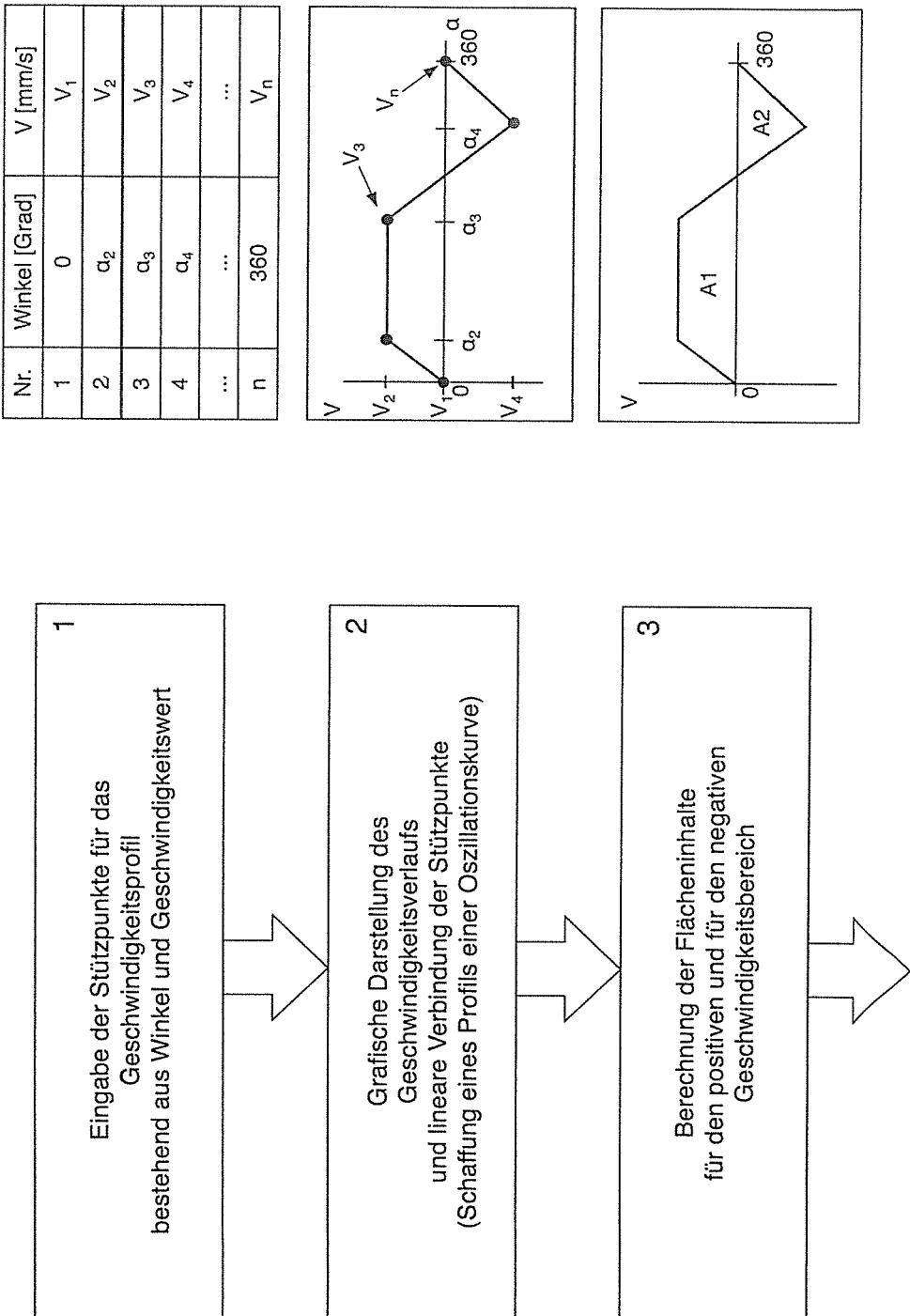


Fig. 2a

Generierung eines linearen Polygonzuges für den Geschwindigkeitsverlauf über eine Oszillationsperiode

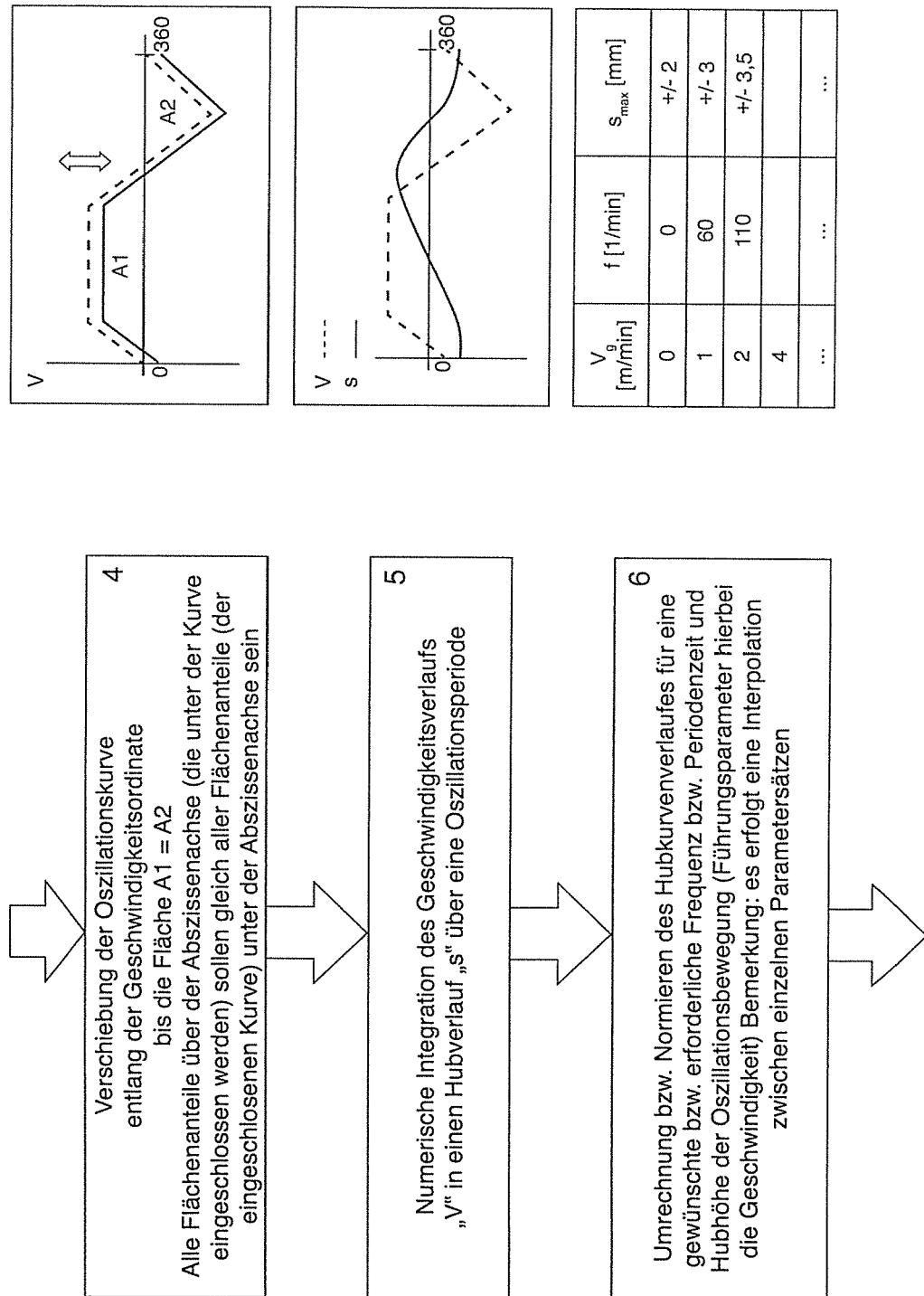


Fig. 2b

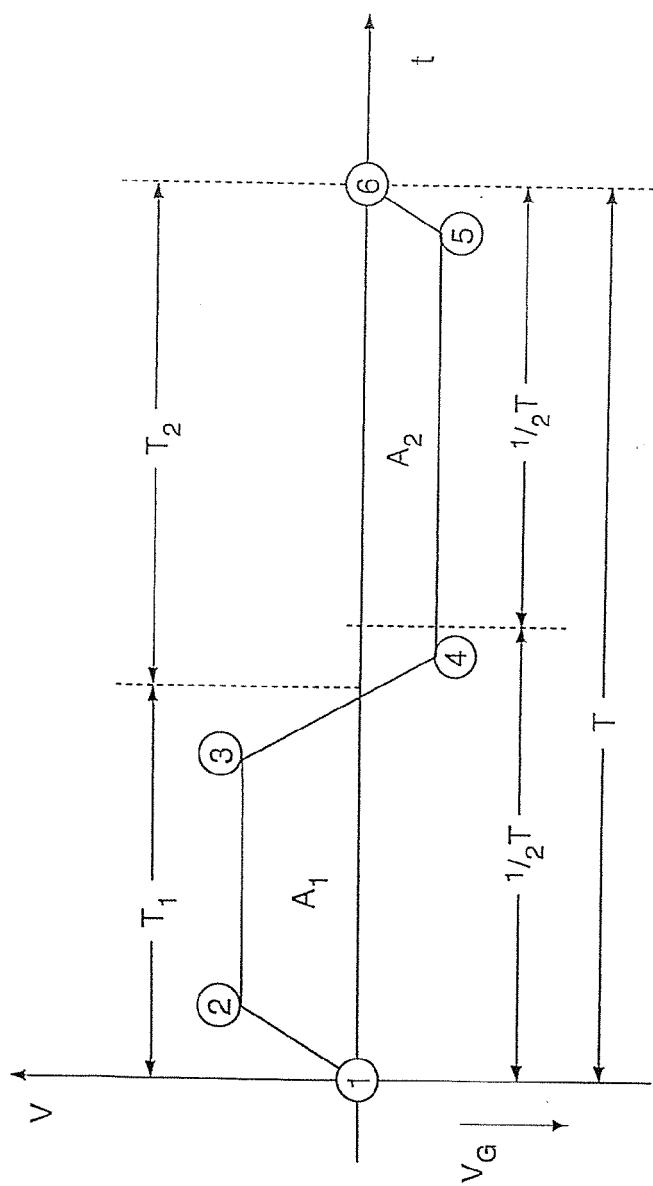
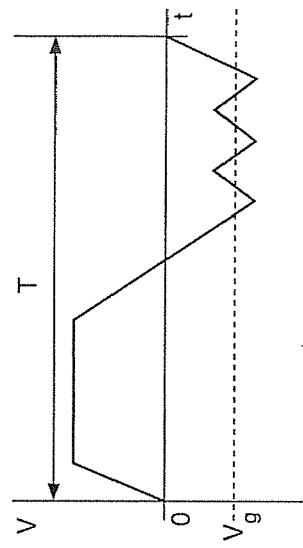
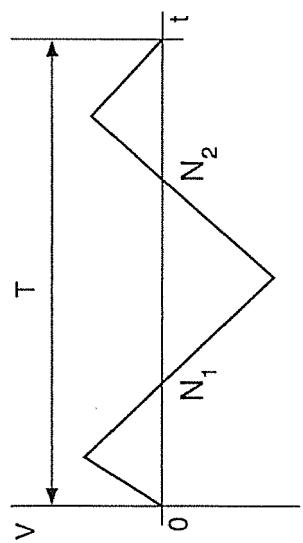


Fig. 3



Generierte Oszillationskurve mit einer zusätzlichen Schwingung um die Gießgeschwindigkeit



Generierte Oszillationskurve mit zwei Nulldurchgängen innerhalb einer Oszillationsperiode

Fig. 4

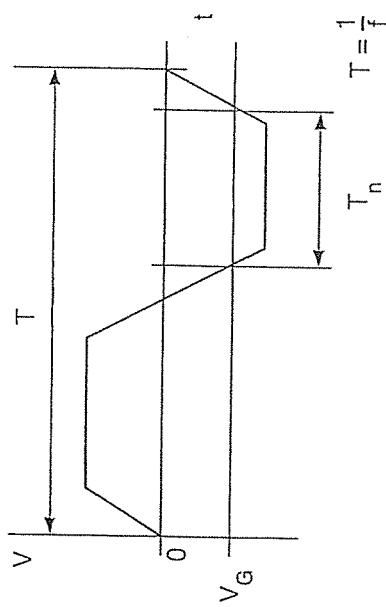
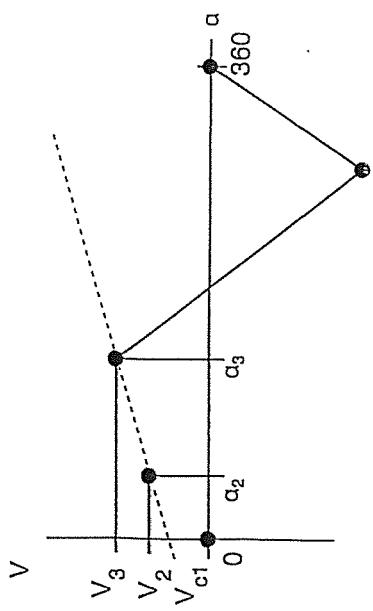


Fig. 5





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 19 19 5564

5

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betriefft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
10	A,D WO 2016/162141 A1 (PRIMETALS TECHNOLOGIES AUSTRIA GMBH [AT]) 13. Oktober 2016 (2016-10-13) * das ganze Dokument *	1-14	INV. B22D11/16
15	A,D DE 197 42 794 A1 (SCHLOEMANN SIEMAG AG [DE]; ACCIAI SPECIALI TERNI SPA [IT] ET AL.) 29. Oktober 1998 (1998-10-29) * das ganze Dokument *	1-14	
20	A,D DE 198 54 329 A1 (SCHLOEMANN SIEMAG AG [DE]) 31. Mai 2000 (2000-05-31) * das ganze Dokument *	1-14	
25	A MÖRWALD K ET AL: "Theoretical studies to adjust proper mold oscillation parameters", PROCEEDINGS, 2000 AISE ANNUAL CONVENTION AND MINI-EXPO, INCLUDES EXHIBITOR LINKS, BOOTH DESCRIPTIONS AND PRODUCTS ON DISPLAY, [SEPTEMBER 10 - 13, CHICAGO'S NAVY PIER], ASSOCIATION OF IRON AND STEEL ENGINEERS, 1. Januar 2000 (2000-01-01), Seite 8pp, XP009189555, * das ganze Dokument *	1-14	RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC)
30			B22D
35			
40			
45			
50	1 Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
55	Recherchenort München	Abschlußdatum der Recherche 11. November 2019	Prüfer Baumgartner, Robin
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 19 19 5564

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten
Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

11-11-2019

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	WO 2016162141 A1	13-10-2016	AT CN EP WO	517006 A1 107427908 A 3280557 A1 2016162141 A1	15-10-2016 01-12-2017 14-02-2018 13-10-2016
20	DE 19742794 A1	29-10-1998	DE KR ZA	19742794 A1 20010020275 A 9803319 B	29-10-1998 15-03-2001 09-11-1998
25	DE 19854329 A1	31-05-2000	AT DE EP ES MX WO	223268 T 19854329 A1 1133370 A1 2183628 T3 PA01005160 A 0030783 A1	15-09-2002 31-05-2000 19-09-2001 16-03-2003 20-06-2005 02-06-2000
30					
35					
40					
45					
50					
55					

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 2016162141 A1 **[0010]**
- DE 19742794 A1 **[0011]**
- DE 19854329 A1 **[0012]**